



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 19 766 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 M 7/42**  
H 02 M 3/00  
H 02 N 6/00

②① Aktenzeichen: 199 19 766.0  
②② Anmeldetag: 29. 4. 1999  
④③ Offenlegungstag: 2. 11. 2000

**DE 199 19 766 A 1**

⑦① Anmelder:  
SMA Regelsysteme GmbH, 34266 Niestetal, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Walther, Walther & Hinz, 34130 Kassel

⑦② Erfinder:  
Cramer, Günther, 34128 Kassel, DE; Reekers,  
Jürgen, Dipl.-Ing., 34130 Kassel, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Wechselrichter für eine Photovoltaik-Anlage

⑤⑦ Wechselrichter für eine PV-Anlage, die eine gemeinsame Wechselrichterbrücke mit mehreren parallel geschalteten DC/DC-Wandlern aufweist.

**DE 199 19 766 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wechselrichter für eine Photovoltaik-Anlage.

Bei netzgekoppelten Photovoltaik-Anlagen war es so, daß bis vor einiger Zeit die Wechselrichter in Abhängigkeit von der installierten Leistung des Solargenerators ausgewählt wurden. Es wurden also für kleine Anlagen kleinere Wechselrichter eingesetzt, für mittlere Anlagen Einzelwechselrichter oder manchmal auch Wechselrichter in Master/Slave-Konfiguration für die entsprechende Leistung, und bei Großanlagen kamen in der Regel zentrale Wechselrichter bis in den 500-KW-Bereich zum Einsatz.

Der Aufbau von zentralen Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) stellt sich als eine Parallelschaltung von einzelnen Strings dar. Unter Strings wird die Reihenschaltung mehrerer PV-Module verstanden. Zur Leistungserhöhung wurden die Strings in einer separaten und sehr kostenaufwendigen Gleichstromverteilung parallel geschaltet und einem gemeinsamen Wechselrichter zur Netzeinspeisung zugeführt.

Die Nachteile einer solchen herkömmlichen PV-Systemtechnik mit gleichstromseitig parallelgeschalteten Strings stellen sich wie folgt dar:

- aufwendige erd- und kurzschlußsichere Gleichstrom-Leitungsverlegung,
- teure Gleichstromverteilung,
- hoher Aufwand bei der Gleichstromverkabelung sowie Schalt- und Schutztechnik,
- Wirkungsgradminderung durch gegenseitige Modulbeeinflussung und Teilabschattungen,
- keine Anlagenerweiterung in kleinen Leistungsstufen möglich,
- keine Standardisierung von Anlagenentwürfen möglich,
- die Überwachung auf Störungen einzelner Strings ist sehr aufwendig.

Um diesen Nachteilen abzuweichen, erfolgte nunmehr der Aufbau derartiger PV-Anlagen modular. Das heißt, es wurde einzelnen Strings, d. h. in Reihe geschalteten PV-Modulen, jeweils ein modularer Wechselrichter zugeordnet.

Durch die Zuordnung jeweils eines Wechselrichters zu einem String wurde erreicht, daß die PV-Gleichspannung für jeden String einzeln geregelt werden kann, wodurch die Nachteile der bisherigen Technik bei gleichzeitiger Erhöhung des Systemwirkungsgrades vermieden werden. Der String-Wechselrichter ist demzufolge nach diesem Stand der Technik nur noch für eine Reihenschaltung von PV-Modulen ausgelegt.

Die bisher notwendige teure Gleichstromverteilung zur Parallelschaltung von Strings und der Einbau einer Gleichstromhauptleitung sind somit überflüssig geworden. Derartige String-Wechselrichter ermöglichen eine Leistungsmaximierung, ein sogenanntes Maximum-Powerpoint-Tracking (MPP-Tracking), jeweils für eine kleine Modulgruppe - bestehend aus mehreren in Reihe geschalteten PV-Modulen.

Die in jedem String-Wechselrichter integrierte, eigenständige Netzüberwachung macht damit im Bereich kleinerer Anlagen erstmalig den Anschluß an beliebigen Stellen (einphasiger Anschluß) der 230-V-Hausverteilung, und bei großen Anlagen eine einfache Sammlung der Leistung auf der AC-Seite ("Alternating Current" = Wechselstrom) möglich.

Die Vorteile dieser Systemtechnik stellen sich demzufolge wie folgt dar:

- Vereinfachung und deutliche Kostenreduzierung von

PV-Anlagen, da keine Gleichstromverteilung erforderlich ist;

- Reduzierung der Gleichstromverkabelung auf die Reihenschaltung mit geringem Strom;
- nach dem bisherigen System notwendige Reihendioden sind überflüssig;
- die Kopplung der Modulgruppen erfolgt auf der Wechselspannungsebene mit einfacher und preiswerter Installationstechnik;
- einfache nachträgliche Erweiterbarkeit von PV-Anlagen;
- kostengünstige Bereitstellung auch kleiner Anlagen im Bereich von 300-500 W;
- Parallelschaltung der Strings entfällt, daher treten keine Verluste durch Fehlanpassungen (Mismatching) auf;
- MPP-Tracking erfolgt individuell für jede Modulgruppe;
- einfache Überwachung jedes Strings möglich.

Es hat sich nun allerdings herausgestellt, daß bei allen Vorteilen, die dieser neuen, sogenannten String-Technologie immanent sind, der spezifische Preis (DM/KW) der Wechselrichter doch relativ hoch ist. Der Anteil der Kosten des Wechselrichters an den Kosten der gesamten PV-Anlage liegt zwischen 10% und 20%. Insbesondere unter Berücksichtigung der Tatsache, daß PV-Module ständig preiswerter werden, kommt dem Preis für den Wechselrichter eine wachsende Bedeutung in Bezug auf die Kosten der Gesamtanlage zu.

Die Leistung von String-Wechselrichtern kann nicht beliebig groß werden, da sich bei Reihenschaltung die Modulspannungen addieren und somit, aufgrund der Spannungsfestigkeit der Komponenten Grenzen gesetzt sind. Eine deutliche Preisreduzierung der Wechselrichter ist jedoch nur bei Realisierung einer größeren Leistung pro Gerät möglich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Wechselrichter für eine PV-Anlage zu schaffen, der wesentlich preiswerter in der Herstellung ist, aber dennoch die Vorteile der sogenannten String-Technologie beibehält.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Wechselrichter eine gemeinsame Wechselrichterbrücke aufweist, der mehrere parallel geschaltete DC/DC-Wandler vorgeschaltet sind. Ein solcher DC/DC-Wandler ("Direct Current" = Gleichstrom) wandelt den Gleichstrom von einem bestimmten Spannungsniveau auf ein anderes, zumeist höheres Niveau um. Hieraus wird deutlich, daß die sogenannte Wechselrichterbrücke nur einfach vorhanden sein muß, wohingegen die einzelnen DC/DC-Wandler mehrfach vorhanden sein können, wobei jedem DC/DC-Wandler jeweils ein String zugeordnet ist.

Das heißt, es können sämtliche Vorteile der String-Technologie mit einem derartigen Wechselrichter verwirklicht werden, wobei jedoch ein derartiger Wechselrichter insofern kostengünstig hergestellt werden kann, als nur eine sogenannte Wechselrichterbrücke einschließlich der notwendigen Regelungs-, Betriebsführungs- und Netzüberwachungseinheiten (Mikroprozessor) erforderlich ist. Insbesondere ist es nunmehr möglich, aufgrund der einzelnen DC/DC-Wandler in Bezug auf jeden String ein MPP-Tracking durchzuführen.

Eine solche Wechselrichterbrücke kann bei einem einphasigen System eine Leistung zwischen 3 KW und 5 KW zeigen, was bedeutet, daß vom Grundsatz her bis zu sechs einzelne Wechselrichter gegenüber dem bisherigen String-Verfahren eingespart werden können. Bei mehrphasigen Systemen kann der Leistungsbereich bis zu mehreren hundert KW betragen.

Im Einzelnen ist zur Ermöglichung der Erweiterbarkeit vorgesehen, daß der Wechselrichter mehrere parallel angeordnete Steckplätze zur lösbaren Aufnahme der DC/DC-Wandler aufweist. Hierbei kann vorgesehen sein, daß ein solcher DC/DC-Wandler einen Rechneranschluß für eine zentrale Steuerung aufweist, bzw. ein solcher DC/DC-Wandler ein eigenes MPP-Tracking ausführt. Im Übrigen kann der Wechselrichter auch ohne galvanische Trennung, d. h. ohne einen Transformator auf der AC-Seite ausgebildet sein. Desweiteren besteht die Möglichkeit, die galvanische Trennung über den DC/DC-Wandler herbeizuführen.

Der einphasig oder dreiphasig ausgeführte Wechselrichter speist entweder in ein Versorgungsnetz ein (netzgekoppelt) oder versorgt netzunabhängige Verbraucher (Inselbetrieb).

Gegenstand der Erfindung ist ebenfalls die Verwendung eines Wechselrichters gemäß einem oder mehreren der vorstehend abgehandelten Ansprüche bei einer PV-Anlage mit mehreren zu Strings geschalteten PV-Modulen, wobei jedem String ein separater DC/DC-Wandler zugeordnet ist.

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend beispielhaft näher erläutert.

Die einzelnen Strings 1 zeigen mehrere in Reihe geschaltete PV-Module 1a. Jeder String 1 mit entsprechenden in Reihe geschalteten PV-Modulen 1a ist an einen DC/DC-Wandler 2 angeschlossen. Diese DC/DC-Wandler sind parallel geschaltet und mit der Wechselrichterbrücke 3 verbunden. Die Wechselrichterbrücke 3 und die mehreren parallel geschalteten DC/DC-Wandler bilden den Wechselrichter 4. Der Einspeisepunkt in das Wechselspannungsnetz ist mit 5 bezeichnet.

#### Patentansprüche

1. Wechselrichter für eine PV-Anlage, **gekennzeichnet durch eine gemeinsame Wechselrichterbrücke mit mehreren parallel geschalteten DC/DC-Wandlern.**
2. Wechselrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wechselrichterbrücke parallel geschaltete Steckplätze zur lösbaren Aufnahme der DC/DC-Wandler aufweist.
3. Wechselrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der DC/DC-Wandler an einen Rechner anschließbar ist.
4. Wechselrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der DC/DC-Wandler ein MPP-Tracking aufweist.
5. Wechselrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspeisung auf der Wechselspannungsseite einphasig oder dreiphasig sein kann.
6. Wechselrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspeisung auf der Wechselstromseite in ein Versorgungsnetz oder auf netzunabhängige Verbraucher erfolgen kann.
7. Verwendung eines Wechselrichters gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 bei einer PV-Anlage mit mehreren zu Strings geschalteten PV-Modulen, wobei jedem String ein separater DC/DC-Wandler zugeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

# Multistring Wechselrichter

